

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003178943 A

(43) Date of publication of application: 27.06.03

(51) Int. Cl.

H01L 21/027
G03F 7/30

(21) Application number: 2001375545

(22) Date of filing: 10.12.01

(71) Applicant: TOKYO ELECTRON LTD

(72) Inventor: AOYAMA TORU
IWAKI HIROYUKI

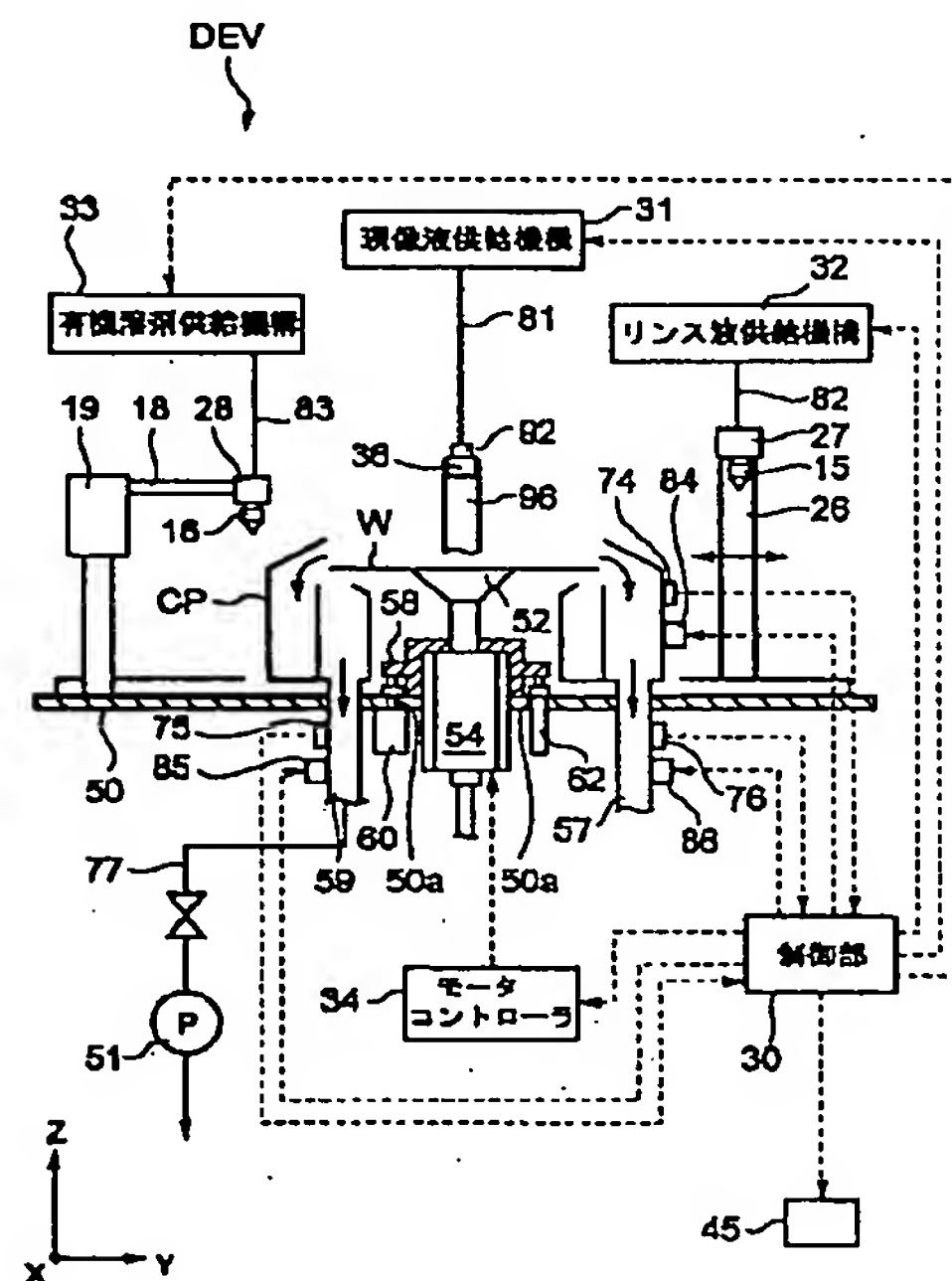
(54) DEVELOPING METHOD AND DEVELOPING APPARATUS

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a developing method and a developing apparatus by which pattern failure can be prevented and high throughput be also realized during removal of a rinsing liquid on a substrate.

SOLUTION: While a wafer W with a developed resist pattern is turned at 300-1000 rpm, preferably at 500 rpm, an organic solvent 43 containing fluorine is discharged to substitute a rinsing liquid 42 left on the wafer W for the organic solvent 43. Hydrofluoroether (HFE) is used as an organic solvent for example, so that the contact angle of the organic solvent to a pattern is set at 70° to reduce attraction producing among the patterns as much as possible as well as to prevent pattern failure. Furthermore, since the volatility of the HFE is high, quick drying can be realized and throughput be also improved.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-178943
(P2003-178943A)

(43)公開日 平成15年6月27日(2003.6.27)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

特許出願公開番号

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/30

2 H 0 9 6

G 0 3 F 7/30

H 0 1 L 21/30

5 6 9 F

5 F 0 4 6

5 6 9 E

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-375545(P2001-375545)

(22)出願日 平成13年12月10日(2001.12.10)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 青山 亨

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 岩城 浩之

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100104215

弁理士 大森 純一

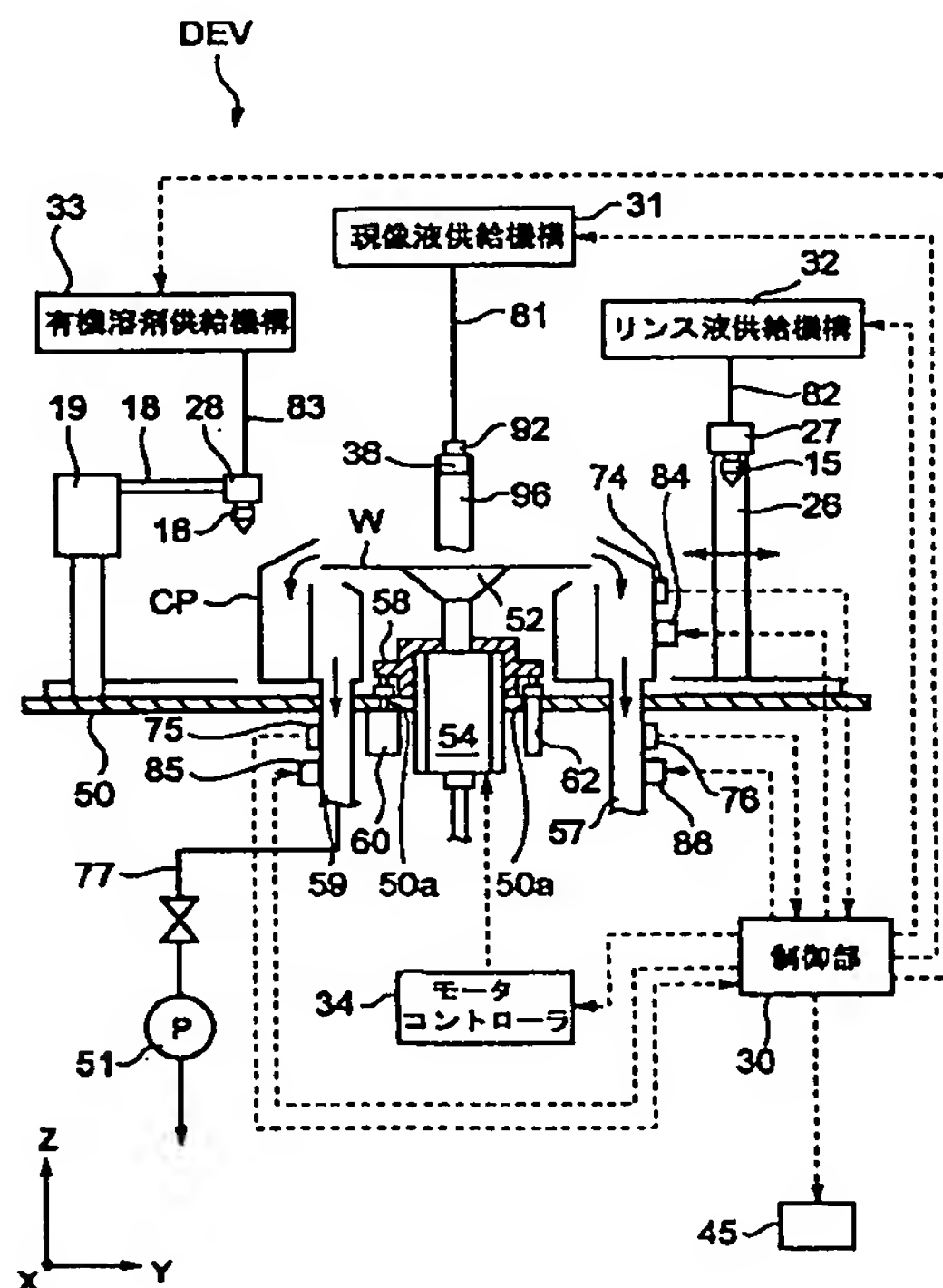
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 現像処理方法及び現像処理装置

(57)【要約】

【課題】 基板上のリンス液を除去する際において、パターン倒れを防止でき、高スループット化を実現できる現像処理方法及び現像処理装置を提供すること。

【解決手段】 レジストパターンが現像されたウェハWを300rpm~1000rpm、より好ましくは500rpmで回転させながらフッ素を含む有機溶剤43を吐出し、ウェハW上に残存していたリンス液42を有機溶剤43に置換する。このような有機溶剤としては、例えばハイドロフルオロエーテル(HFE)を用いることにより、パターンに対する当該有機溶剤の接触角を70°程度にすることができ、パターン間に生じる引力を極力低減させ、パターン倒れを防止することができる。またHFEは揮発性が高いため、迅速な乾燥処理を行うことができ、スループットの向上が図れる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レジストパターンが現像された基板上に
リンス液を供給する工程と、

前記リンス液が供給された基板上に、フッ素を含む有機系処理液を供給する工程とを具備することを特徴とする現像処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載の現像処理方法において、

前記有機系処理液の前記パターンに対する接触角を 65° ～ 90° とすることを特徴とする現像処理方法。

【請求項3】 請求項2に記載の現像処理方法において、

前記有機系処理液の前記パターンに対する接触角を 70° ～ 80° とすることを特徴とする現像処理方法。

【請求項4】 請求項1に記載の現像処理方法において、

前記リンス液は純水であり、前記有機系処理液は、前記純水よりも揮発性の高い溶液であることを特徴とする現像処理方法。

【請求項5】 請求項2から請求項4のうちいずれか1項に記載の現像処理方法において、

前記有機系処理液は、ハイドロフルオロエーテルであることを特徴とする現像処理方法。

【請求項6】 請求項1に記載の現像処理方法において、

前記リンス液を供給する工程は、基板を 300rpm ～ 800rpm で回転させながら行うことを特徴とする現像処理方法。

【請求項7】 請求項1に記載の現像処理方法において、

前記有機系処理液を供給する工程は、基板を 300rpm ～ 1000rpm で回転させながら行うことを特徴とする現像処理方法。

【請求項8】 レジストが塗布された基板上に現像液を供給してレジストパターンを現像するための現像液供給手段と、

前記現像液が供給された基板上にリンス液を供給するリンス液供給手段と、前記リンス液が供給された基板上に、フッ素を含む有機系の処理液を供給する処理液供給手段とを具備することを特徴とする現像処理装置。

【請求項9】 請求項8に記載の現像処理装置において、

前記有機系処理液の前記パターンに対する接触角を 65° ～ 90° とすることを特徴とする現像処理装置。

【請求項10】 請求項9に記載の現像処理装置において、

前記有機系処理液の前記パターンに対する接触角を 70° ～ 80° とすることを特徴とする現像処理装置。

【請求項11】 請求項8に記載の現像処理装置において、

前記リンス液は純水であり、前記有機系処理液は、前記純水よりも揮発性の高い溶液であることを特徴とする現像処理装置。

【請求項12】 請求項9から請求項11のうちいずれか1項に記載の現像処理装置において、前記有機系処理液は、ハイドロフルオロエーテルであることを特徴とする現像処理装置。

【請求項13】 請求項8に記載の現像処理装置において、

10 前記レジストが塗布された基板を保持し回転させる回転保持手段を更に具備し、

この回転保持手段により基板を回転させた状態で前記有機系処理液を供給することを特徴とする現像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイス製造工程において、レジストが塗布された基板に対し現像処理を行う現像処理方法及び現像処理装置に関する。

【0002】

20 【従来の技術】半導体デバイス製造のフォトリソグラフィ工程では、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）の表面にフォトレジストを塗布し、レジスト上にマスクパターンを露光し、これを現像してウェハ表面にレジストパターンを形成している。

【0003】このようなフォトリソグラフィ工程において、現像処理は、例えばパドル式やディップ式等の方法により行っている。例えば、パドル式はウェハに現像液を供給し、一方、ディップ式は現像液中にウェハを浸漬させて現像処理を進行させ、その後はそれぞれ、純水等を用いた洗浄液としてのリンス液をウェハ上に供給して現像液を洗い流している。そして最後に、ウェハからリンス液を除去するために、エアブローやウェハの回転等を行うことにより乾燥処理を行っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年における半導体デバイスの微細化はより一層進行しており、微細かつ高アスペクト比のレジストパターンが出現している。このようなレジストパターンの微細及び高アスペクト比のため、例えば、上記乾燥処理においてリンス液が各パターン間から抜け出る際に、当該リンス液の表面張力によりパターン間に引力が生じることによる、いわゆる「パターン倒れ」の問題が発生している。かかるパターン倒れの問題は、ウェハ上にリンス液を供給する際におけるウェハに対するインパクトにより生じる場合もある。

【0005】以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、基板上のリンス液を除去する際、パターン倒れを防止でき、しかも、高スループット化を実現できる現像処理方法及び現像処理装置を提供することにある。

50 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る現像処理方法は、レジストパターンが現像された基板上にリンス液を供給する工程と、前記リンス液が供給された基板上に、フッ素を含む有機系処理液を供給する工程とを具備する。

【0007】本発明のこのような構成によれば、現像工程によりレジストパターンが現像された基板上にリンス液を供給して現像液を洗い流した後、フッ素を含む、例えばリンス液の表面張力に比べ表面張力の小さい有機溶剤を基板上に供給しリンス液と置き換えることにより、この後、例えば基板を回転させて振り切り乾燥を行っても、パターン間に生じる引力を極力低減させることができ、パターン倒れを防止することができる。

【0008】本発明の一の形態によれば、前記有機系処理液の前記パターンに対する接触角を $65^{\circ} \sim 90^{\circ}$ とし、好ましくは $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ とする。ここでフッ素を含む有機系処理液として、ハイドロフルオロエーテルを使用することにより、前記接触角を実現できる。詳しくは、ハイドロフルオロエーテルはフッ素を有しているため、このフッ素がパターン表面にコーティングされることによって上記接触角が実現できる。また、ハイドロフルオロエーテルはリンス液として使用する純水よりも揮発性が高く、ハイドロフルオロエーテルの供給後、基板を回転させて乾燥させなくても基板を迅速に乾燥させることが可能となるため、乾燥工程を省略できスループットの向上が図れる。

【0009】本発明の一の形態によれば、前記リンス液を供給する工程は、基板を $300 \text{ rpm} \sim 800 \text{ rpm}$ で回転させながら行う。このような低速で回転する基板上にリンス液を供給することにより、基板上でのリンス液の流速を極力小さくして、現像液を洗い流すときのパターン倒れを防止できる。

【0010】本発明の一の形態によれば、前記有機系処理液を供給する工程は、基板を $300 \text{ rpm} \sim 1000 \text{ rpm}$ で回転させながら行う。このような低速回転で基板を回転させながら有機系処理液を供給することにより、基板全面に有機系処理液を伸展させつつ、基板上からリンス液が流れ出る際のパターン倒れを防止することができる。すなわち、基板の回転が 300 rpm より遅い場合には、有機系処理液が基板上のリンス液に対して均一に混ざらず、有機系処理液が粒状になってリンス液中に散在してしまい、このまま基板回転による振り切り乾燥を行うとパターン倒れが生じてしまうからである。一方、基板の回転が 1000 rpm より速い場合には、有機系処理液が基板上を均一に伸展するが、このように有機系処理液が伸展する前に、基板上からリンス液が流れ出し、パターン倒れを引き起こす可能性が高いからである。

【0011】本発明に係る現像処理装置は、レジストが塗布された基板上に現像液を供給してレジストパターン

を現像するための現像液供給手段と、前記現像液が供給された基板上にリンス液を供給するリンス液供給手段と、前記リンス液が供給された基板上に、フッ素を含む有機系の処理液を供給する処理液供給手段とを具備する。

【0012】本発明のこのような構成によれば、現像液供給手段により現像液が供給されレジストパターンが現像された基板上に、リンス液供給手段によりリンス液を供給し現像液を洗い流した後、フッ素を含む有機系処理液として、例えばリンス液の表面張力に比べ表面張力の小さい有機溶剤を基板上に供給しリンス液と置き換えることにより、この後、例えば基板を回転させて振り切り乾燥を行っても、パターン間に生じる引力を極力低減させることができ、パターン倒れを防止することができる。

【0013】本発明の一の形態によれば、前記レジストが塗布された基板を保持し回転させる回転保持手段を更に具備し、この回転保持手段により基板を回転させた状態で前記有機系処理液を供給する。このように低速回転で基板を回転させながら有機系処理液を供給することにより、基板全面に有機系処理液を伸展させつつ、基板上からリンス液が流れ出る際のパターン倒れを防止することができる。

【0014】本発明の更なる特徴と利点は、添付した図面及び発明の実施の形態の説明を参酌することにより一層明らかになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0016】図1～図3は本発明に係る塗布現像処理システムの全体構成を示す図であり、図1はその平面図、図2は正面図及び図3は背面図である。

【0017】この塗布現像処理システム1は、被処理基板として半導体ウェハWをウェハカセットCRで複数枚例えば25枚単位で外部からシステムに搬入し又はシステムから搬出したり、ウェハカセットCRに対してウェハWを搬入・搬出したりするためのカセットステーション10と、塗布現像工程の中で1枚ずつウェハWに所定の処理を施す枚葉式の各種処理ユニットを所定位置に多段配置してなる処理ステーション11と、この処理ステーション11と隣接して設けられる露光装置（図示せず）との間でウェハWを受け渡しするためのインターフェース部12とを一体に接続した構成を有している。

【0018】カセットステーション10では、図1に示すように、カセット載置台20上の突起20aの位置に複数個例えば4個までのウェハカセットCRがそれぞれのウェハ出入口を処理ステーション11側に向けてX方向一列に載置され、カセット配列方向（X方向）及びウェハカセットCR内に収納されたウェハのウェハ配列方向（Z方向）に移動可能なウェハ搬送体21が各ウェハ

カセットCRに選択的にアクセスできるようになっている。さらに、このウェハ搬送体21は、 θ 方向に回転可能に構成されており、後述するように処理ステーション11側の第3の組G3の多段ユニット部に属するアライメントユニット(ALIM)及びイクステンションユニット(EXT)にもアクセスできるようになっている。

【0019】処理ステーション11では、図1に示すように、中心部に垂直搬送型の主ウェハ搬送機構22が設けられ、その周りに全ての処理ユニットが1組または複数の組に亘って多段に配置されている。この例では、5組G1、G2、G3、G4、G5の多段配置構成であり、第1及び第2の組G1、G2の多段ユニットはシステム正面(図1において手前)側に並置され、第3の組G3の多段ユニットはカセットステーション10に隣接して配置され、第4の組G4の多段ユニットはインターフェース部12に隣接して配置され、第5の組G5の多段ユニットは背部側に配置されている。なお第5の組G5は、主ウェハ搬送機構22のメンテナンスのためにレール25に沿って移動可能に構成されている。

【0020】主ウェハ搬送機構22は、筒状支持体49の内側に、ウェハ搬送装置46を上下方向(Z方向)に昇降自在に装備している。筒状支持体49はモータ(図示せず)の回転軸に接続されており、このモータの回転駆動力によって、前記回転軸を中心としてウェハ搬送装置46と一体に回転し、それによりこのウェハ搬送装置46は、 θ 方向に回転自在となっている。

【0021】図2に示すように、第1の組G1では、カップCP内でウェハWをスピンチャックに載せて所定の処理を行う2台のスピンナ型処理ユニット、例えばレジスト塗布処理ユニット(COT)及び本発明に係る現像処理ユニット(DEV)が下から順に2段に重ねられている。第2の組G2でも、2台のスピンナ型処理ユニット、例えばレジスト塗布処理ユニット(COT)及び現像処理ユニット(DEV)が下から順に2段に重ねられている。レジスト塗布処理ユニット(COT)ではレジスト液の排液が機構的にもメンテナンスの上でも面倒であることから、このように下段に配置するのが好ましい。しかし、必要に応じて上段に配置することも可能である。

【0022】図3に示すように、第3の組G3では、ウェハWを載置台に載せて所定の処理を行うオープン型の処理ユニット、例えば下から順にクーリングユニット(COL)、アドヒージョンユニット(AD)、アライメントユニット(ALIM)、イクステンションユニット(EXT)、プリベーキングユニット(PAB)及びポストエキスポージャーベーキングユニット(PEB)が重ねられている。第4の組G4でも、オープン型の処理ユニット、例えば下から順にクーリングユニット(COL)が2段、イクステンション・クーリングユニット(EXTCOL)、イクステンションユニット(EX

T)、プリベーキングユニット(PAB)及びポストエキスポージャーベーキングユニット(PEB)が重ねられている。なお、現像後に加熱処理を行うためのポストベーキングユニットが配置される場合もある。

【0023】このように処理温度の低いクーリングユニット(COL)、(EXTCOL)を下段に配置し、処理温度の高いベーキングユニット(PAB)やポストエキスポージャーベーキングユニット(PEB)を上段に配置することで、ユニット間の熱的な相互干渉を少なくすることができる。しかし、ランダムな多段配置とすることも可能である。

【0024】インターフェース部12は、奥行方向では処理ステーション11と同じ寸法を有するが、幅方向では小さなサイズにつくられている。インターフェース部12の正面部には可搬性のピックアップカセットCRと定置型のバッファカセットBRが2段に配置され、背面部には周辺露光装置23が配設され、中央部にはウェハ搬送体24が設けられている。このウェハ搬送体24は、X、Z方向に移動して両カセットCR、BR及び周辺露光装置23にアクセスできるようになっている。さらに、ウェハ搬送体24は、 θ 方向に回転可能に構成され、処理ステーション11側の第4の組G4の多段ユニットに属するイクステンションユニット(EXT)にも、及び隣接する露光装置側のウェハ受渡し台(図示せず)にもアクセスできるようになっている。

【0025】この塗布現像処理システム1は、クリーンルームに設置されるが、さらにシステム内でも効率的なダウフローによって各部の清浄度を高めている。図4は、その清浄空気の流れを示す概略図である。カセットステーション10、処理ステーション11及びインターフェース部12の上方にはエア供給室44が設けられており、このエア供給室44の下面に防塵機能付きフィルタ例えばULPAフィルタ71、72、73が取り付けられている。このULPAフィルタ71、72、73には、それぞれ図示しないファンが内蔵されており、所定の温度及び湿度に調整された清浄空気は、ULPAフィルタ71、72、73を介して、カセットステーション10、処理ステーション11及びインターフェース部12に流れ、下方部に配置された図示しない排気口から排気されるようになっている。処理ステーション11においては、清浄空気は図示するように、多段の現像処理ユニット(DEV)及びレジスト塗布処理ユニット(COT)に供給されるようになっており、図示しないが、背面側の熱処理系のユニットである多段の第3～第5の組G3～G5にも供給されるようになっている。

【0026】図5及び図6は、本発明の一実施形態に係る現像処理ユニット(DEV)を示す平面図及び断面図である。この現像処理ユニット(DEV)の中央部には環状のカップCPが配設されている。カップCPの内側には、基板を水平に保持するスピンチャック52が配置

されている。スピンチャック52は真空吸着によってウェハWを固定保持した状態で駆動モータ54によって回転駆動される。駆動モータ54は、ユニット底板50に設けられた開口50aに昇降移動可能に配置され、アルミニウムからなるキャップ状のフランジ部材58を介して、エアシリンダからなる昇降駆動手段60および昇降ガイド手段62と結合されている。このような昇降機構により、主ウェハ搬送機構22との間でウェハWの受け渡しが可能となる。

【0027】図6に示すように、カップCP内に収容されたウェハW上において、このウェハWの表面に現像液を供給するための現像液ノズル36がノズルスキャンアーム92の先端部に取り付けられている。この現像液ノズル36には供給管81が接続されており、この供給管81を介して現像液供給機構31により現像液が供給されるようになっている。この現像液ノズル36は長尺形状を有し、例えば図示しない複数の孔、又はスリット状に形成された供給口より現像液が供給されるようになっている。ノズルスキャンアーム92は、ユニット底板50の上に一方向(Y方向)に敷設されたガイドレール94上で水平移動可能な垂直支持部材96の上端部に取り付けられており、図示しないY方向駆動機構によって垂直支持部材96と一体にY方向に移動するようになっている。また、ノズルスキャンアーム92は垂直支持部材96に沿ってZ方向にも移動可能に構成されており、現像液ノズル36と、スピンチャック52で保持されたウェハWとの距離が調節できるようになっている。

【0028】また、ノズル保持体27に保持されウェハW表面にリンス液を供給するためのリンスノズル15が、上記現像液ノズル36と同様に、スキャンアーム17及び垂直支持部材26により、ガイドレール94に沿ってY方向に移動可能に設けられている。リンスノズル15には供給管82が接続されており、この供給管82を介してリンス液供給機構32からリンス液が供給されるようになっている。ここでリンス液としては、例えば純水を使用する。このノズルスキャンアーム17も垂直支持部材26に沿って移動可能に構成されており、リンスノズル15と、スピンチャック52で保持されたウェハWとの距離が調節できるようになっている。

【0029】カップCPの隣には、ノズル保持体28に保持されウェハW表面にフッ素を含む有機系の処理液としての有機溶剤を供給するための有機溶剤ノズル16が、スキャンアーム18の先端に取り付けられ、このスキャンアーム18はモータ19により、このモータ19を中心としてθ方向に回転可能に設けられている。有機溶剤ノズル16には供給管83が接続されており、この供給管83を介して有機溶剤供給機構33から有機溶剤が供給されるようになっている。ここで有機溶剤としては、例えば純水より揮発性の高いハイドロフルオロエーテル(HFE)系溶剤(メチルパーフルオロイソブチル

エーテルとメチルパーフルオロブチルエーテルとを混合したもの、又はこれら単独)を使用するが、キシレン、ヘキサメチルジシラザン等も用いることができる。なお、このハイドロフルオロエーテル(HFE)系溶剤は、レジストを溶かさないう程度の溶剤であり、レジスト上に供給しても問題はない。

【0030】カップCP内の底部には、ウェハ上に供給された現像液、リンス液及び有機溶剤を排液するための排液管57が設けられており、図示しないシステム外へ排液されるようになっている。また、カップCPの底部には、現像液や有機溶剤の供給により発生したミスト等、カップCP内の雰囲気気を排気するための排気管59が設けられており、通常運転時には真空ポンプ51により常時排気されている状態となっている。

【0031】また、カップCPには、カップCPの温度を計測するカップ温度センサ74が取り付けられており、更にこのカップCPの温度を調整するための温調ヒータ84が設けられている。このヒータ84は、カップCP全体の温度を所定の温度、通常時には例えば23℃前後に調整するようになっている。

【0032】更に、カップCPにおける排気管59及び排液管57にも同様に、排気管59及び排液管57の温度を計測する温度センサ75及び76と、それぞれ排気管59及び排液管57の温度を調整する温調ヒータ85及び86とが取り付けられている。

【0033】現像液供給機構31、リンス液供給機構32及び有機溶剤供給機構33は、それぞれ制御部30の指令に基づき、それぞれの処理液を現像液ノズル36、リンスノズル15及び有機溶剤ノズル16へ供給するようになっている。また、この制御部30は、上記各処理液供給のタイミングの制御とともに、駆動モータ54の回転数を制御するモータコントローラ34に指令を送出し、統括的な処理を行う。

【0034】また制御部30は、例えば上記温度センサ84、85、86により各部が計測され、この計測された温度が所定の正常範囲内になれば異常とみなし、警告装置45はこれを受けて何らかの警告を行うようになっている。この警告装置としては、例えば警告ブザーや警告灯、あるいは操作ディスプレイ上の警告表示等を用いている。

【0035】次に、以上説明した塗布現像処理システム1の一連の処理工程について説明する。

【0036】まず、カセットステーション10において、ウェハ搬送体21がカセット載置台20上の処理前のウェハを収容しているカセットCRにアクセスして、そのカセットCRから1枚のウェハWを取り出し、アライメントユニット(ALIM)に搬送される。このアライメントユニット(ALIM)にてウェハWの位置合わせが行われた後、主ウェハ搬送機構22によりアドヒージョンユニット(AD)へ搬送され疎水化処理が行わ

れ、次いでクーリングユニット(COL)にて所定の冷却処理が行われる。その後、レジスト塗布処理ユニット(COT)に搬送され、(PAB)で所定の加熱処理が行われ、クーリングユニット(COL)において冷却処理され、その後ウェハ搬送体24によりインターフェース部12を介して図示しない露光装置により露光処理が行われる。露光処理が終了した後は、ポストエクスポージャーベーキングユニット(PEB)で所定の加熱処理が行われ、次に現像処理ユニット(DEV)に搬送されて現像処理が行われる。この現像処理後は、所定の加熱処理(ポストベーキング)を行うこともある。そしてウェハWはクーリングユニット(COL)で所定の冷却処理が行われ、エクステンションユニット(EXT)を介してカセットCRに戻される。

【0037】次に、図7、図8及び図9を参照して、現像処理ユニット(DEV)における処理について説明する。図7及び図8は各処理液を供給する際の側面図であり、図9は、レジストパターンの拡大断面図である。

【0038】まず、スピンチャック52が上昇し、主ウェハ搬送機構22からウェハWを受け取ると、スピンチャック52が下降しウェハWがカップCP内に収容される。そして、図7(a)に示すように現像液ノズル36が現像液を吐出しながらウェハW上を移動し、吐出が終了した後にウェハWを例えば60秒間放置し現像処理を進行させる。ここでウェハWを所定の回転数で回転させて現像液41を伸展させ、例えば60秒間放置することにより現像処理を進行させる。ここで高スループット化を図るため、ウェハWを回転させながら現像液を吐出しても構わない。

【0039】次に、図7(b)に示すように、現像液ノズル36をカップ外へ移動させ、リンスノズル15をウェハWの中心上へ移動させる。そして、図7(c)に示すように、ウェハWを回転させながらリンス液42を吐出し、現像液を洗い流す。このとき図9(a)に示すように、パターン29の上面29aがリンス液42から出ないようにするために、ウェハの回転数を低速の300rpm~800rpm、より好ましくは500rpmとする。パターン29の上面29aがリンス液42から出てしまうと、リンス液の表面張力によりパターン倒れが生じるおそれがあるためである。このようにウェハWの回転を300rpm~800rpmの低速回転とすることにより、ウェハ上で流れるリンス液の速度を極力小さくして、現像液41を洗い流すときのパターン倒れを防止することができる。

【0040】次に、図8(a)に示すように、リンスノズル15をカップ外へ移動させ、有機溶剤ノズル16をウェハWの中心上へ移動させる。そして、図8(b)に示すように、ウェハWを停止させた状態で、ウェハWの中心上に有機溶剤43を吐出する。そして図8(c)に示すように、ウェハWを300rpm~1000rpm

m、より好ましくは500rpmで回転させ、図9

(b)に示すように、ウェハW上に残存していたリンス液42を有機溶剤43に置換する。このように、ウェハWを低速の300rpm~1000rpmで回転させて有機溶剤43で置換することにより、ウェハW全面に有機溶剤43を伸展させつつ、ウェハW上からリンス液42が流れ出る際のパターン倒れを防止することができる。すなわち、ウェハWの回転が300rpmより遅い場合には、有機溶剤がウェハ上のリンス液に対して均一に混ざらず、有機溶剤が粒状になってリンス液中に散在してしまい、このまま基板回転による振り切り乾燥を行うとパターン倒れが生じてしまうからである。一方、ウェハWの回転が1000rpmより速い場合には、有機溶剤がウェハW上を均一に伸展するが、このように有機溶剤が伸展する前にウェハ上からリンス液が流れ出し、パターン倒れを引き起こす可能性が高いからである。

【0041】そして、最後にウェハWを所定の回転数で回転させ振り切り乾燥処理を行う。この乾燥処理において、図9(c)に示すように、有機溶剤43のパターン29に対する接触角 θ は、 $65^{\circ} \sim 90^{\circ}$ となっており、有機溶剤43がパターン間から抜け出ても表面張力は小さいので、パターン倒れを起こすことはない。より好ましい接触角 θ は、 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ である。このような角度は、前述したように、表面張力がリンス液のそれよりも小さいハイドロフルオロエーテル(HFE)等を用いることにより達成できる。HFEは上記のようにフッ素を有しているため、このフッ素がパターン表面にコーティングされることによって上記接触角が実現できる。

【0042】また、本実施形態で使用するHFEは、純水より比重が大きいいため、図8(b)における有機溶剤43の供給の際に、有機溶剤43がリンス液42より下部に位置されるようになり、リンス液42がパターン29間から抜け出易くなる。従って、パターン倒れの防止は、よりいっそう効果的となる。

【0043】更に、本実施形態で用いたHFEは、リンス液よりも揮発性の高い溶剤であるため、上記のようなウェハWの回転による振り切り乾燥を行わなくても、自然乾燥により迅速にウェハを乾燥させることができる。従って、乾燥処理工程を削減でき、高スループット化が図れる。

【0044】次に、本実施形態では、有機溶剤の供給後、再度リンス液を供給する。これにより、ウェハ上に残存した有機溶剤が洗い流され、例えば後の工程で行われるエッチング処理時において、有機溶剤に含まれる不純物を除去できる等、悪影響を回避することができる。また、上記のように揮発性の高い有機溶剤を用いるため、迅速にウェハの自然乾燥が行うことができるが、ウェハは急激に冷えてしまう。そこで、本実施形態では、上記再度供給するリンス液の温度を調整し、急激に冷え

たウェハの温度調整、カップCPや雰囲気等の温度調整を行うようにしている。以下、かかる温度調整について説明する。

【0045】図10は、本実施形態に係るリンス液供給機構の概略的な構成図である。リンス液が貯留されている第1タンク37には第1供給配管47が接続され、同じくリンス液が貯留されている第2タンク38には第2供給配管48が接続されている。これら両タンク37、38に貯留されているリンス液は同一のものであり、前述したように例えば純水を用いている。供給配管47及び48は、切替弁35を介して供給管82に接続されている。第1供給配管47には、第1タンク37と切替弁35との間に第1ペローズポンプ39が接続されており、この第1ペローズポンプ39の作動により切替弁35側へリンス液が供給されるようになっている。また、第2供給配管48には、第2タンク38と切替弁35との間に第2ペローズポンプ40が接続されており、この第2ペローズポンプ40の作動により切替弁35側へリンス液が供給されるようになっている。

【0046】第2タンク38と第2ペローズポンプ40との間には、温調機構61が設けられており、この温調機構61により、第2タンク38から供給されるリンス液を所定の温度、例えば23℃前後に調整するようになっている。また、ペローズポンプ39及び40から所定の供給量及びタイミングでそれぞれの処理液が供給できるように、制御部30によってそれぞれペローズポンプ39及び40の作動が制御されるようになっている。

【0047】切替弁35は、供給管82に対する第1供給配管47と第2供給配管48との接続を、制御部30の命令に基づき適宜切り替える機能を有している。これにより、所定のタイミングで、第1タンクからのリンス液の供給と第2タンクからのリンス液の供給とが切り替わるようになっている。

【0048】なお、このリンス液供給機構32において切替弁35を設けなくても、リンスノズル2つ設け、両タンク37、38からそれぞれ2つのリンスノズルに供給配管を接続し供給するようにしてもよい。

【0049】以上のようなリンス液供給機構32を用いることにより、例えば図8(c)に示したように有機溶剤が供給されてウェハが乾燥し急激に冷えた後、温度調整されたリンス液をウェハに供給し、ウェハを所定の温度、例えば23℃前後に戻すことができ、熱履歴を均一にすることができる。

【0050】また、ウェハが冷えることにより、カップCPやカップCP内の雰囲気も冷えてしまい、ウェハの熱履歴が不均一となるおそれがある。そこで、有機溶剤が供給されてウェハが乾燥した後、カップCP、排気管59、排液管57の温度を温度センサ74、75、76(図6参照)で計測し、計測された各温度がそれぞれ所定の温度範囲内にあるときは正常とみなして、次のウェ

ハの現像処理ユニット(DEV)への搬入を行う。

【0051】一方、それぞれ所定の温度範囲内になれば、警告装置45により警告を発するようにする。この場合、例えば現像処理ユニット(DEV)への次のウェハの搬入動作を停止するか、あるいは塗布現像処理システム1全体を停止状態とすることもできる。そして、カップCP、排気管59及び排液管57等の温度が所定の温度範囲内に戻った後、次のウェハの搬入動作を開始する。カップCP内が冷えた状態で次のウェハがカップ内に収容されると、ウェハに対する悪影響、特に熱履歴の不均一という問題が発生するが、このようなカップの温調によりそのような問題を解消できる。また、カップが冷えるとカップに結露が発生するため、カップが冷えた状態でウェハを収容した場合、結露したパーティクルを含む水分がウェハに垂れ落ちる可能性があり、問題となるが、本実施形態によればこのような問題はない。

【0052】また、排液管57及び排気管59は図示しない漏洩センサが取り付けられており、排液管57及び排気管59が冷えることによって発生する結露が、当該漏洩センサの誤作動を引き起こす可能性があるが、本実施形態によれば、排液管57及び排気管59には、それぞれ温調ヒータ86及び85が設けられているため、そのような問題を回避できる。

【0053】また、有機溶剤の揮発によるカップCP内雰囲気の温度低下によって、排気管59の温度低下が生ずるため、有機溶剤の供給の際には、上記真空ポンプ51の作動を停止するようにしてもよい。これにより、排気管59の温度低下を防止し、結露の発生を防止できる。

【0054】更に、有機溶剤の供給の際には、上記ダウンフローを制御するようにしてもよい。図11に示すように、現像処理ユニット(DEV)内の温度及び湿度を計測する温湿度センサ53を設け、この温湿度センサ53の計測結果に基づいて制御部30の指令によりファンフィルタユニット72から吹き出されるダウンフローが制御される。例えば、温湿度センサ53により計測された温度及び湿度が所定の範囲内にあるときは、正常とみなしてそのまま次のウェハを搬入し処理を続ける。一方、所定の温湿度の範囲内にはないときはダウンフローの量を多くし、速やかに所定の温湿度の範囲内になるように調整する。所定の温湿度の範囲内になるまでの間は、例えば、次のウェハの搬入動作を停止するか、あるいはシステム1全体を停止するようにしてもよい。また、この場合も上記した場合と同様に、警告装置(図6参照)により警告を行うことも可能である。

【0055】図12及び図13は、上記有機溶剤ノズル16の別の実施形態を示すもので、下から見た斜視図である。図に示す有機溶剤ノズル65は長尺形状を有し、その下部には、供給管63から供給される有機溶剤をウェハW上に吐出するためのスリット状の吐出口64が形

成されている。また、図 13 に示す有機溶剤ノズル 67 も同様に長尺形状を有し、供給管 63 から供給される有機溶剤をウェハ上に吐出するための孔 66 が複数形成されている。

【0056】これらの有機溶剤ノズル 65, 67 を用いて図 14 に示すように、ウェハ W 上を例えば矢印 A で示す方向に走査させることにより、ウェハ W 上の全面に有機溶剤を供給しリンス液と置換する。この有機溶剤供給の際、前述したようにウェハ W は停止させた状態で行うことが好ましい。このような長尺状のノズルを用いることにより、ウェハ W を回転させずにウェハ W 全面に均一に有機溶剤を供給することができるので、ウェハ W を回転させた場合のリンス液が基板上を流れることによるパターン倒れを防止できる。なお、上記リンスノズル 15 についても、このような長尺形状のノズルを用いるようにしてもよい。

【0057】本発明は以上説明した実施形態には限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0058】例えば、図 7 (c) で示すリンス液 42 の供給は、ウェハ W を停止させて行うようにしてもよい。これにより、ウェハ W の洗浄率、洗浄速度は低下するが、ウェハ W 上のリンス液の流速を極力小さくして、現像液 41 を洗い流すときのパターン倒れを防止することができる。

【0059】また、上記有機溶剤の代わりに、フッ素を含む界面活性剤を供給するようにしてもよい。この場合、界面活性剤はリンス液と混合し易いのでリンス液に混合してもよいし、現像液中に界面活性剤を混合して、現像液の供給に兼ねてレジストパターンに対しフッ素コーティングを行うようにしてもよい。

【0060】また、上記実施形態においては、カップ CP、排液管 57 及び排気管 59 の温調を行うようにしたが、これらに限らず、スピチャック 52 についても温調するようにしてもよい。

【0061】更に、上記実施形態においては、基板として半導体ウェハを使用した。これに限らず、液晶ディスプレイ等に使用されるガラス基板についても本発明は適用可能である。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、パターン間に生じる引力を極力低減させることによりパターン倒れを防止することができ、かつ、高スループット化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る塗布現像処理システムの平面図である。

*

* 【図 2】図 1 に示す塗布現像処理システムの正面図である。

【図 3】図 1 に示す塗布現像処理システムの背面図である。

【図 4】図 1 に示す塗布現像処理システムの清浄空気の流れを説明するための正面図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る現像処理ユニットを示す平面図である。

【図 6】図 5 に示す現像処理ユニットを示す断面図である。

【図 7】現像処理ユニットにおける処理を順に示す側面図である。

【図 8】同処理を順に示す側面図である。

【図 9】現像処理の際のレジストパターンを示す断面図であり、(a) はリンス液供給後、(b) は有機溶剤供給後、(c) は有機溶剤が乾燥する途中を示す図である。

【図 10】一実施形態に係るリンス液供給機構の構成図である。

【図 11】図 6 におけるダウンフローの制御を示す図である。

【図 12】スリット状の吐出口を有する有機溶剤ノズルの下から見た斜視図である。

【図 13】複数孔を有する有機溶剤ノズルの下から見た斜視図である。

【図 14】図 12 及び図 13 に示すノズルにより有機溶剤を供給する際の斜視図である。

【符号の説明】

W…半導体ウェハ

θ …接触角

15…リンスノズル

16…有機溶剤ノズル

29…レジストパターン

30…制御部

31…現像液供給機構

32…リンス液供給機構

33…有機溶剤供給機構

34…モータコントローラ

36…現像液ノズル

41…現像液

42…リンス液

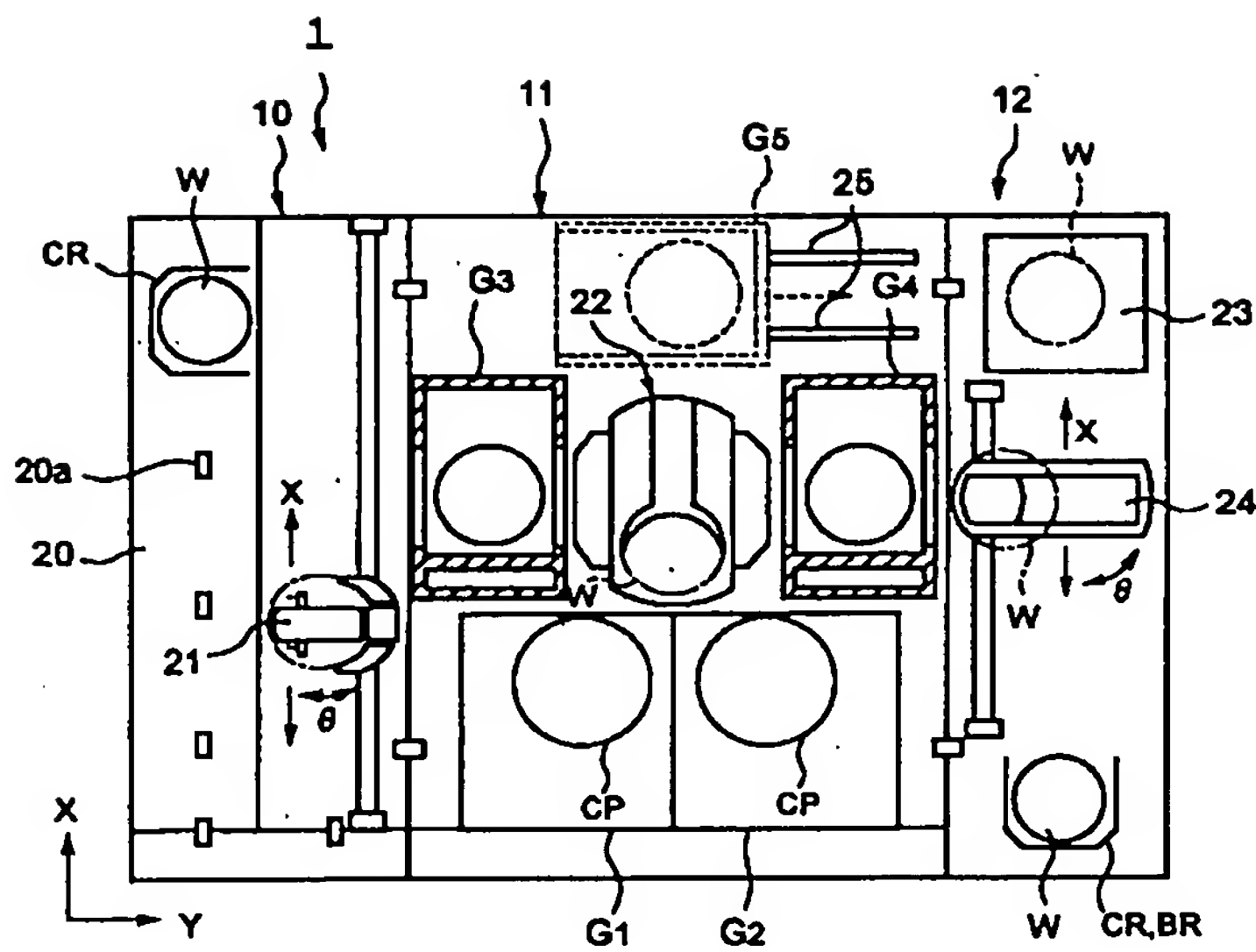
43…有機溶剤

52…スピチャック

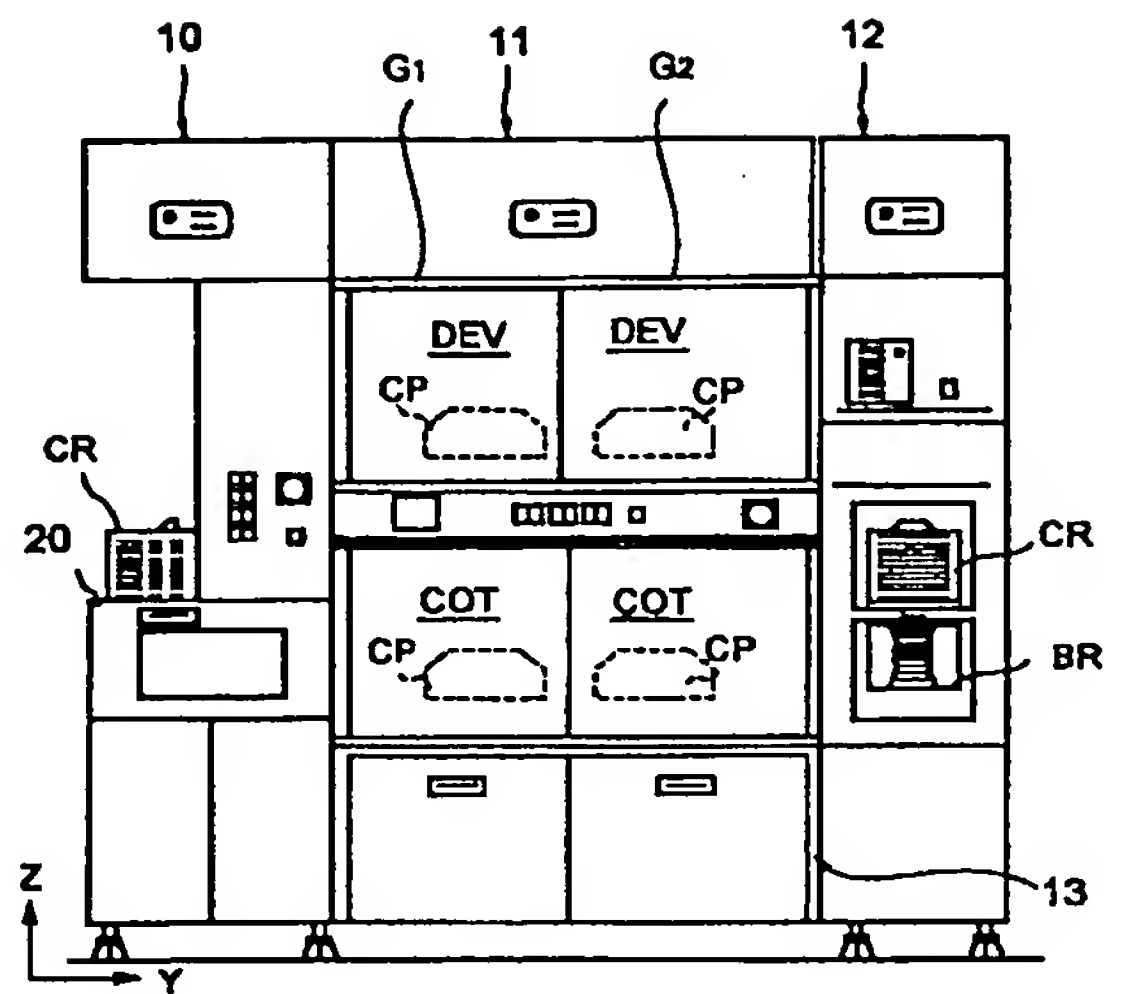
54…駆動モータ

65, 67…有機溶剤ノズル

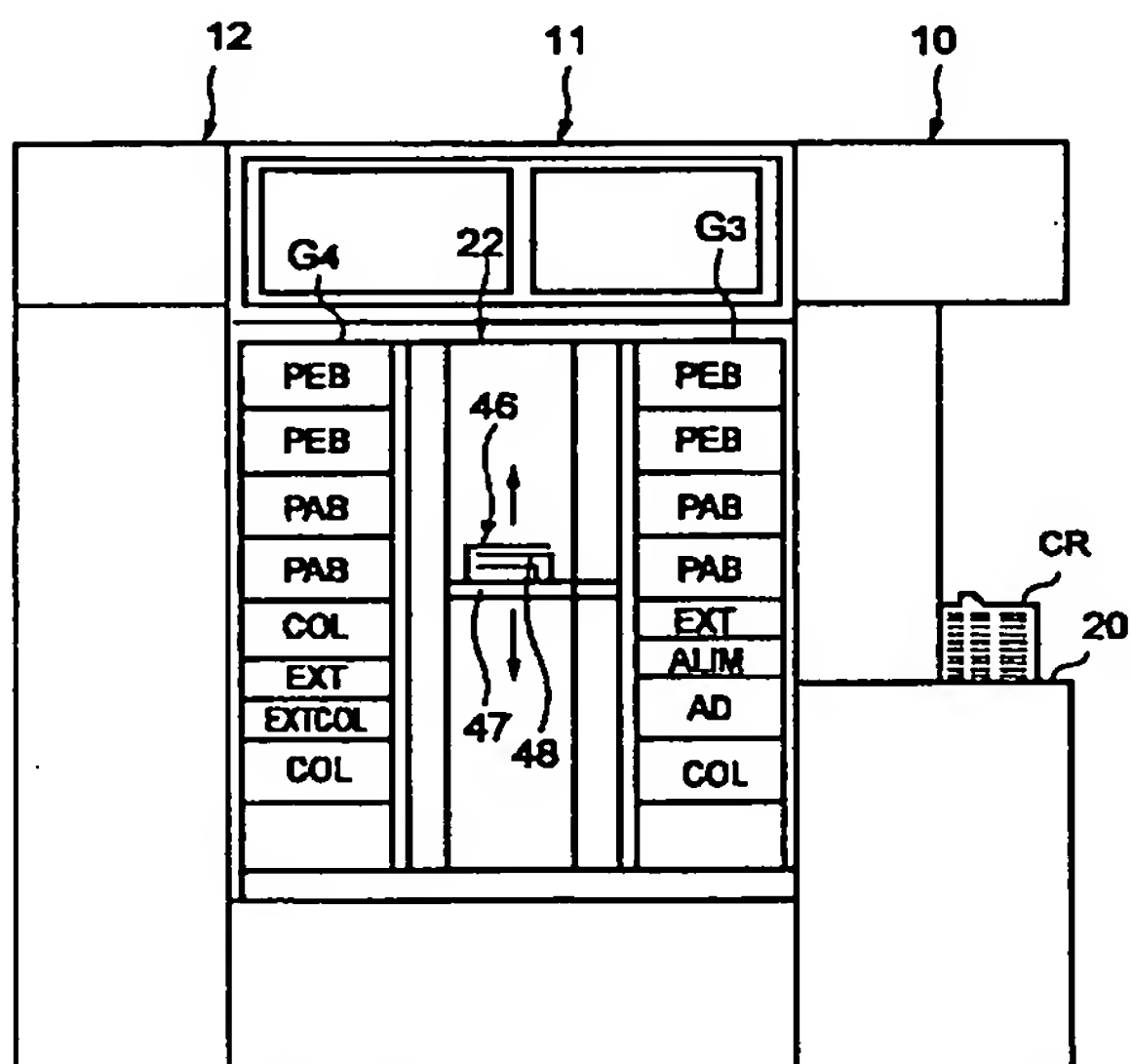
【図1】



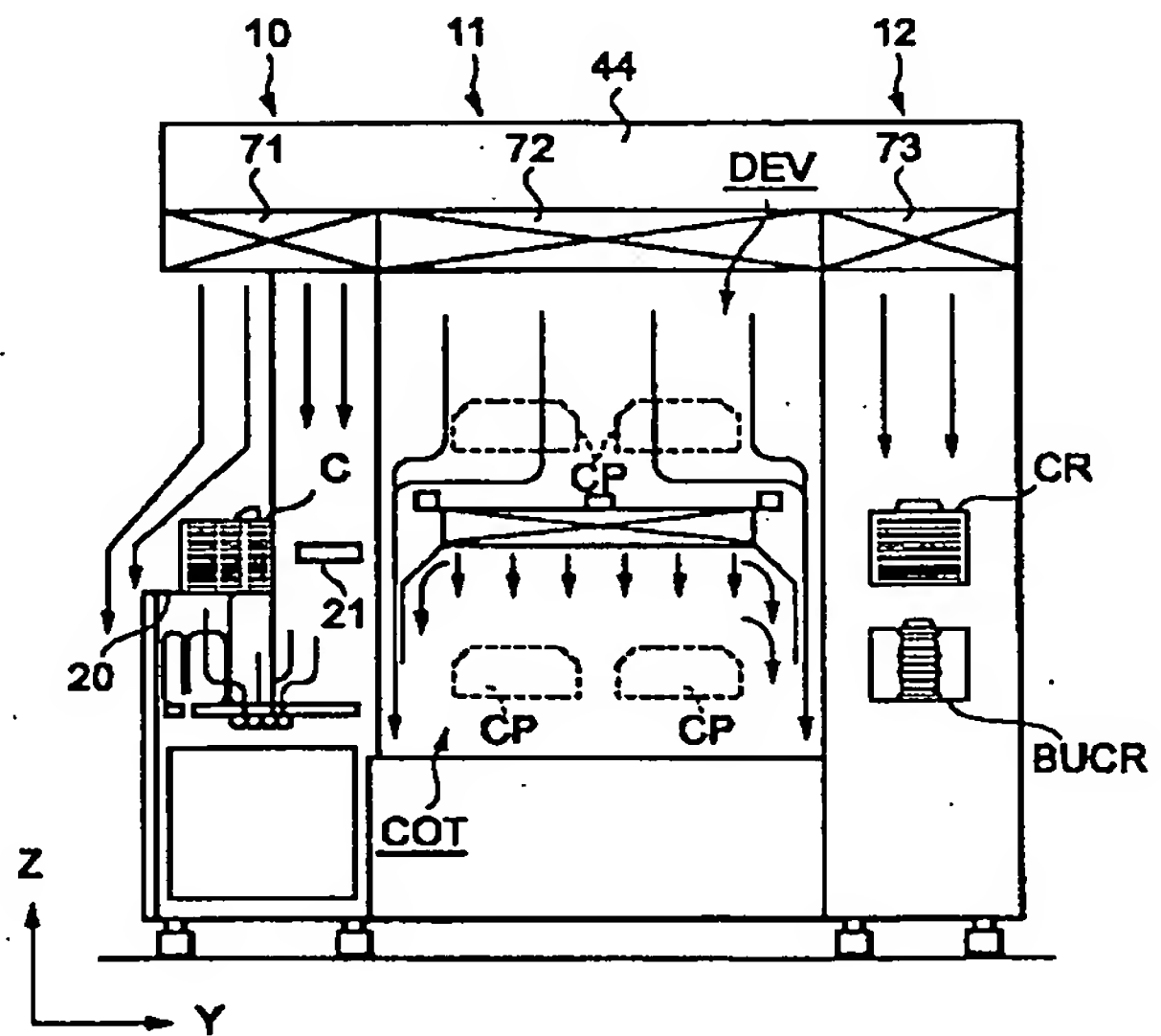
【図2】



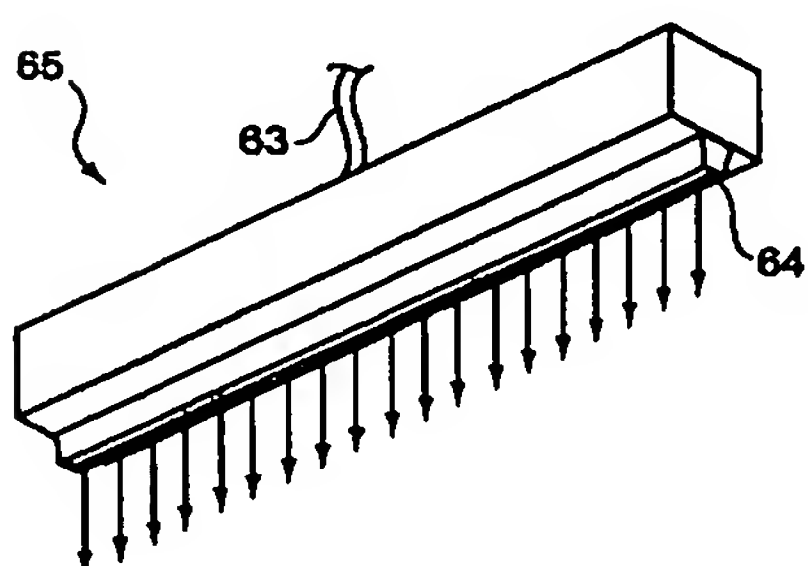
【図3】



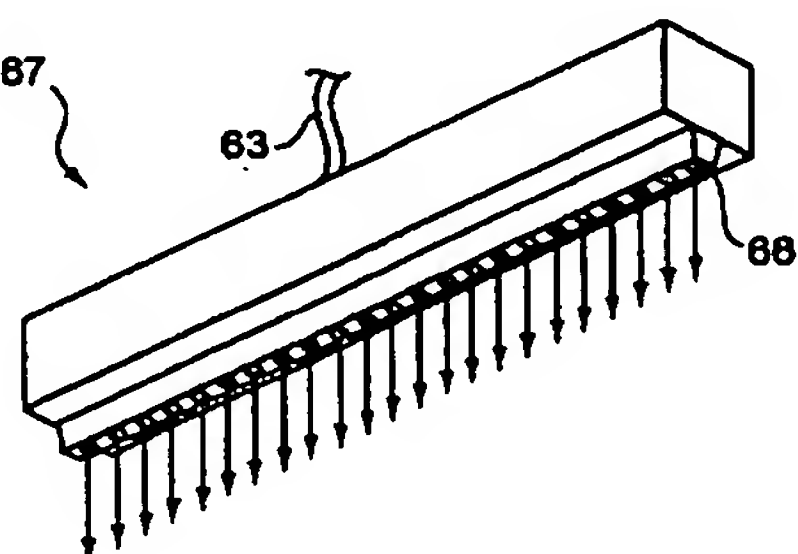
【図4】



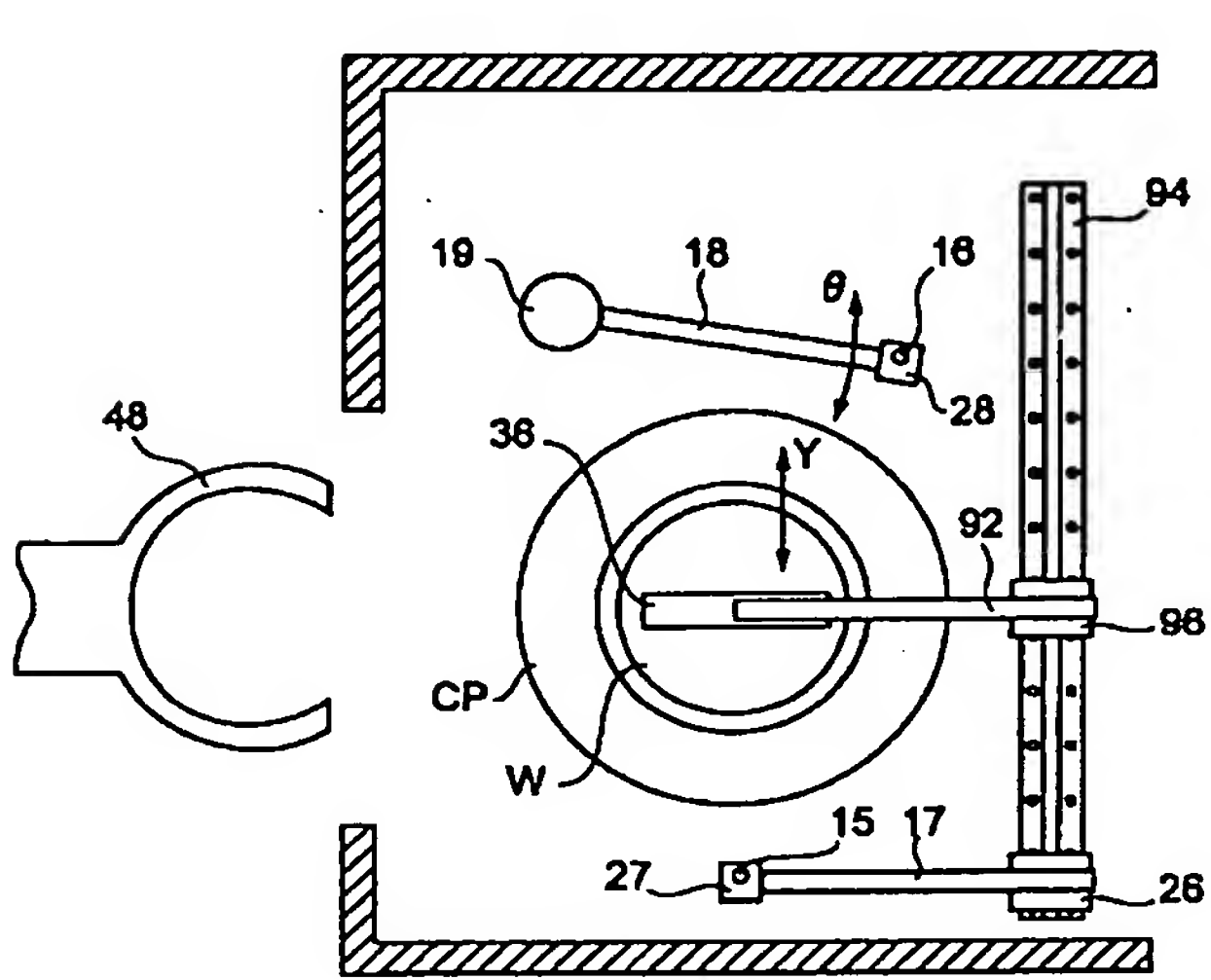
【図12】



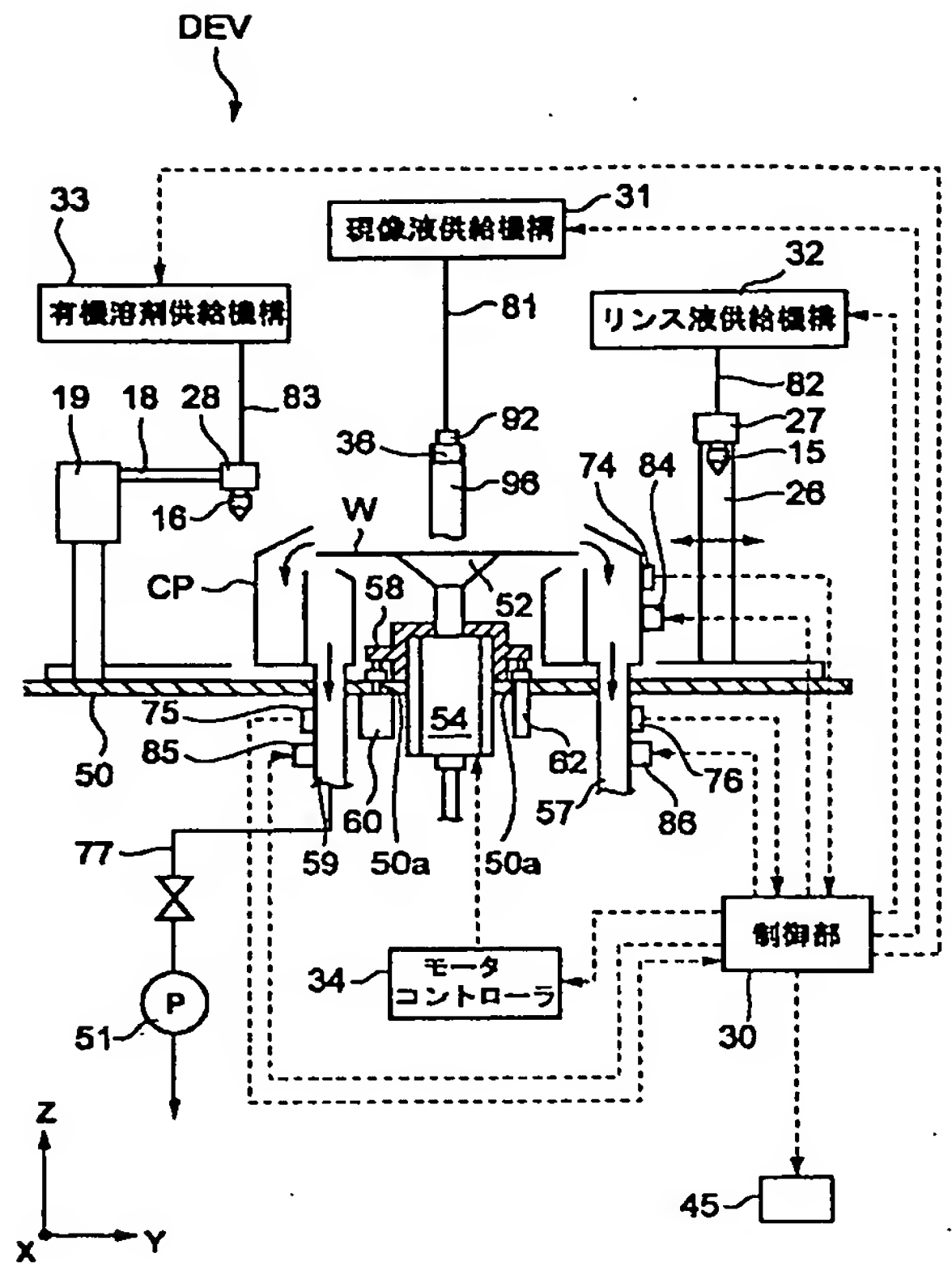
【図13】



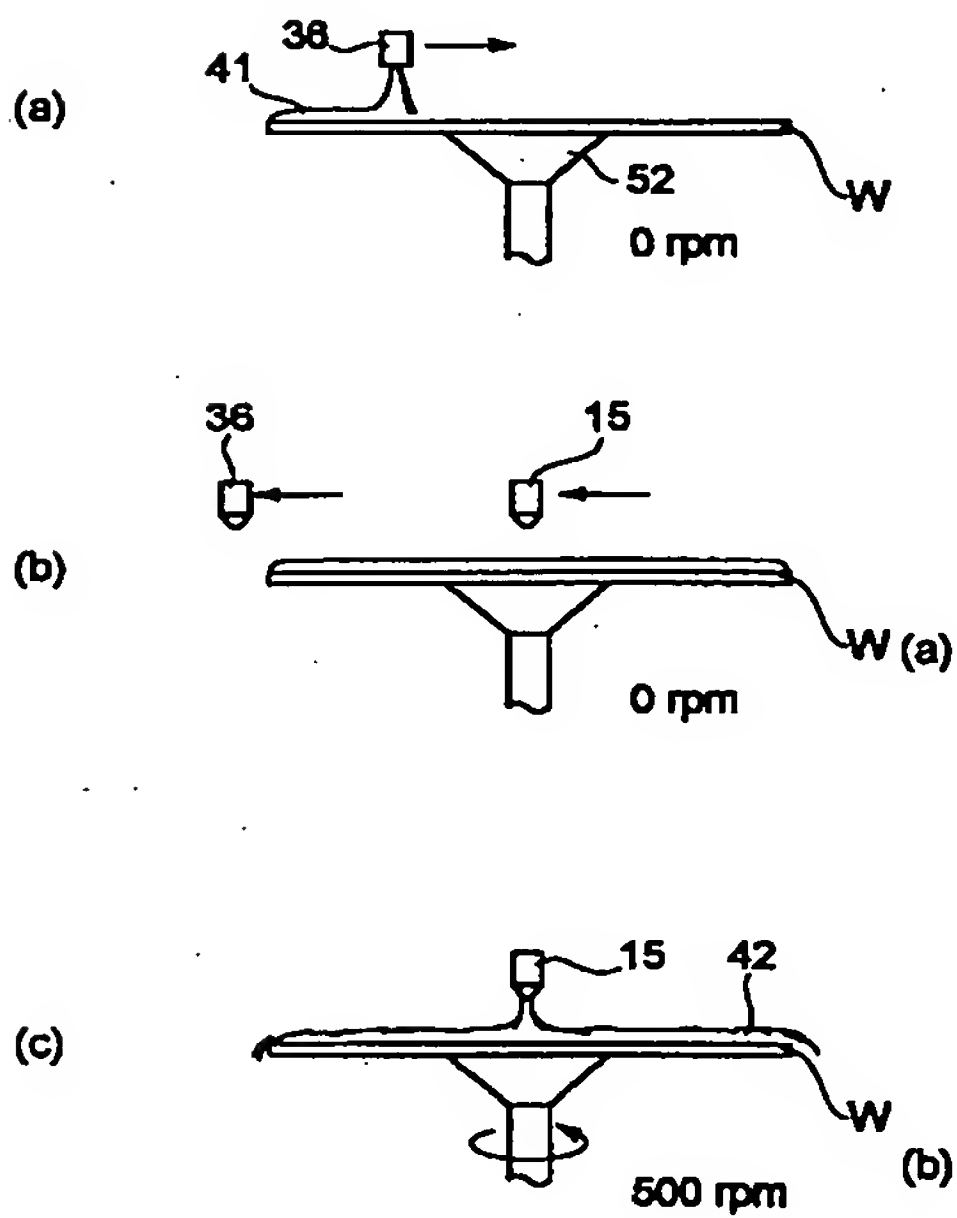
【図5】



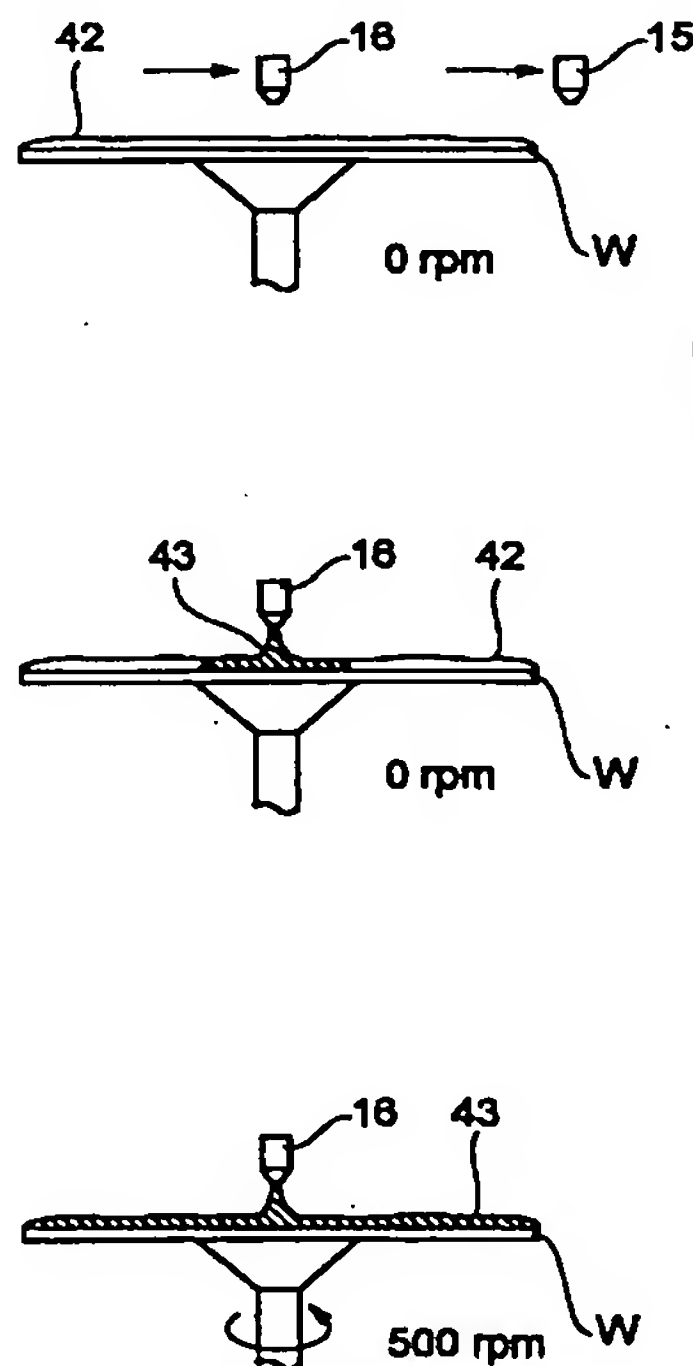
【図6】



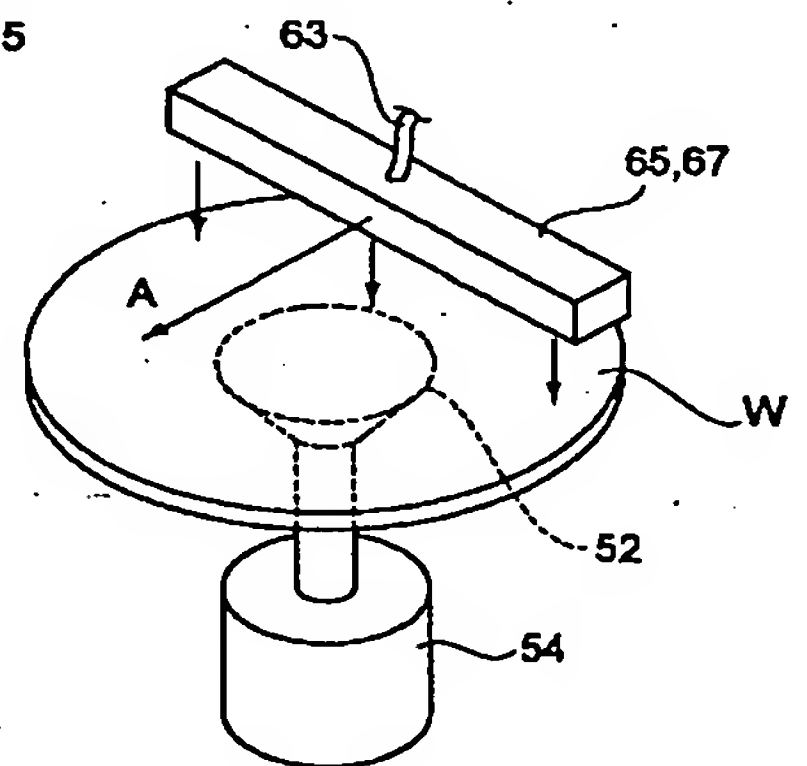
【図7】



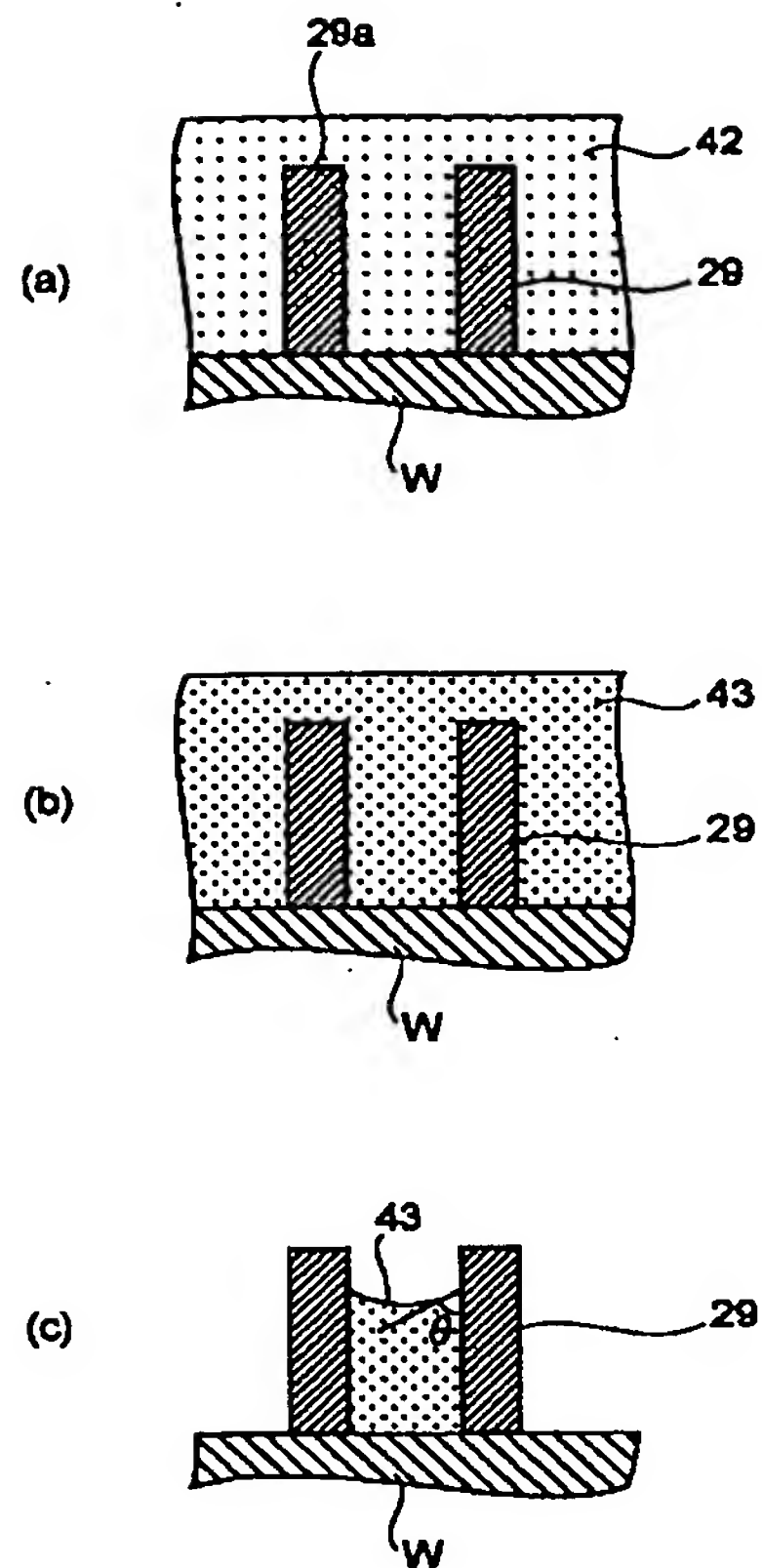
【図8】



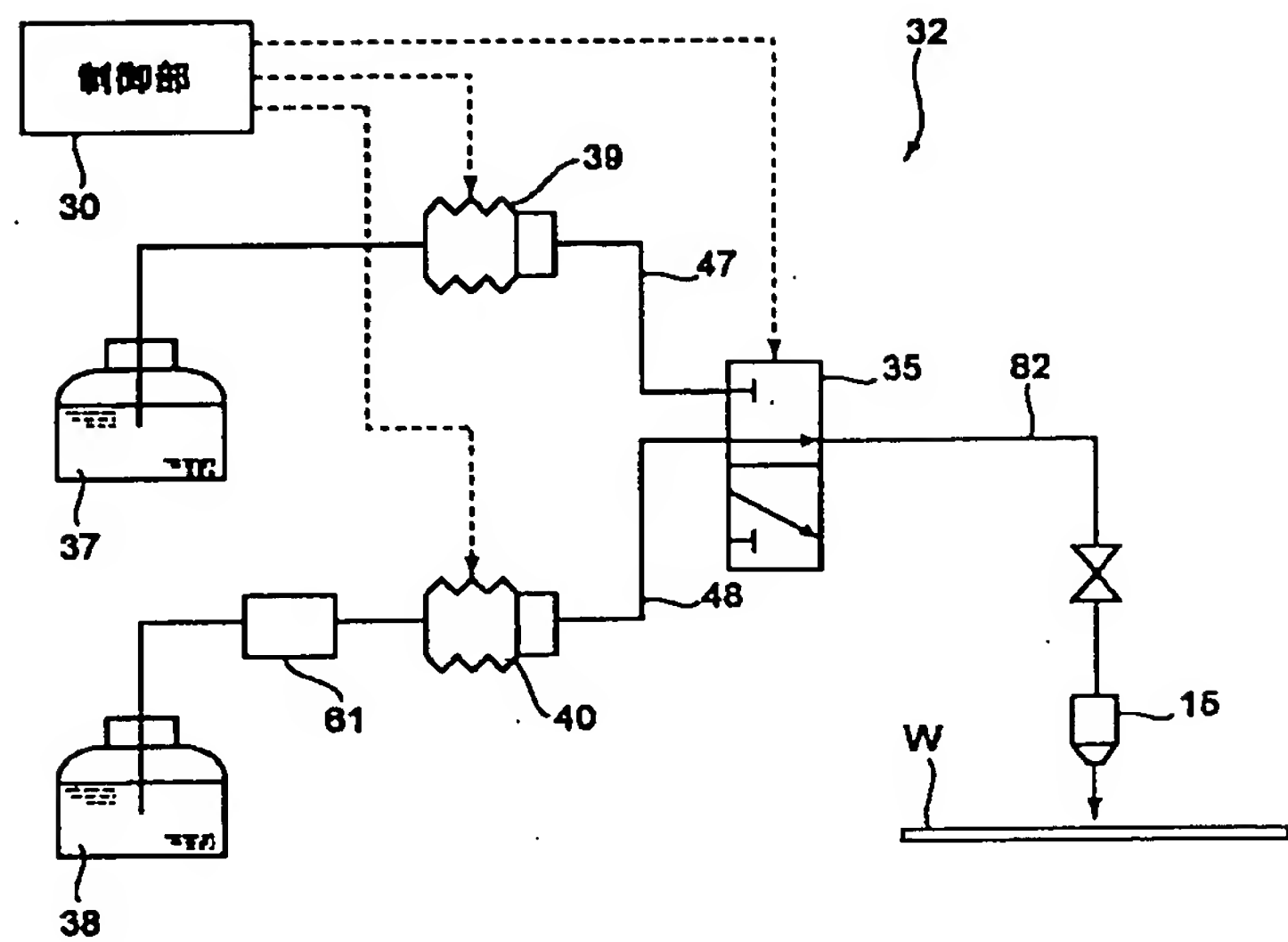
【図14】



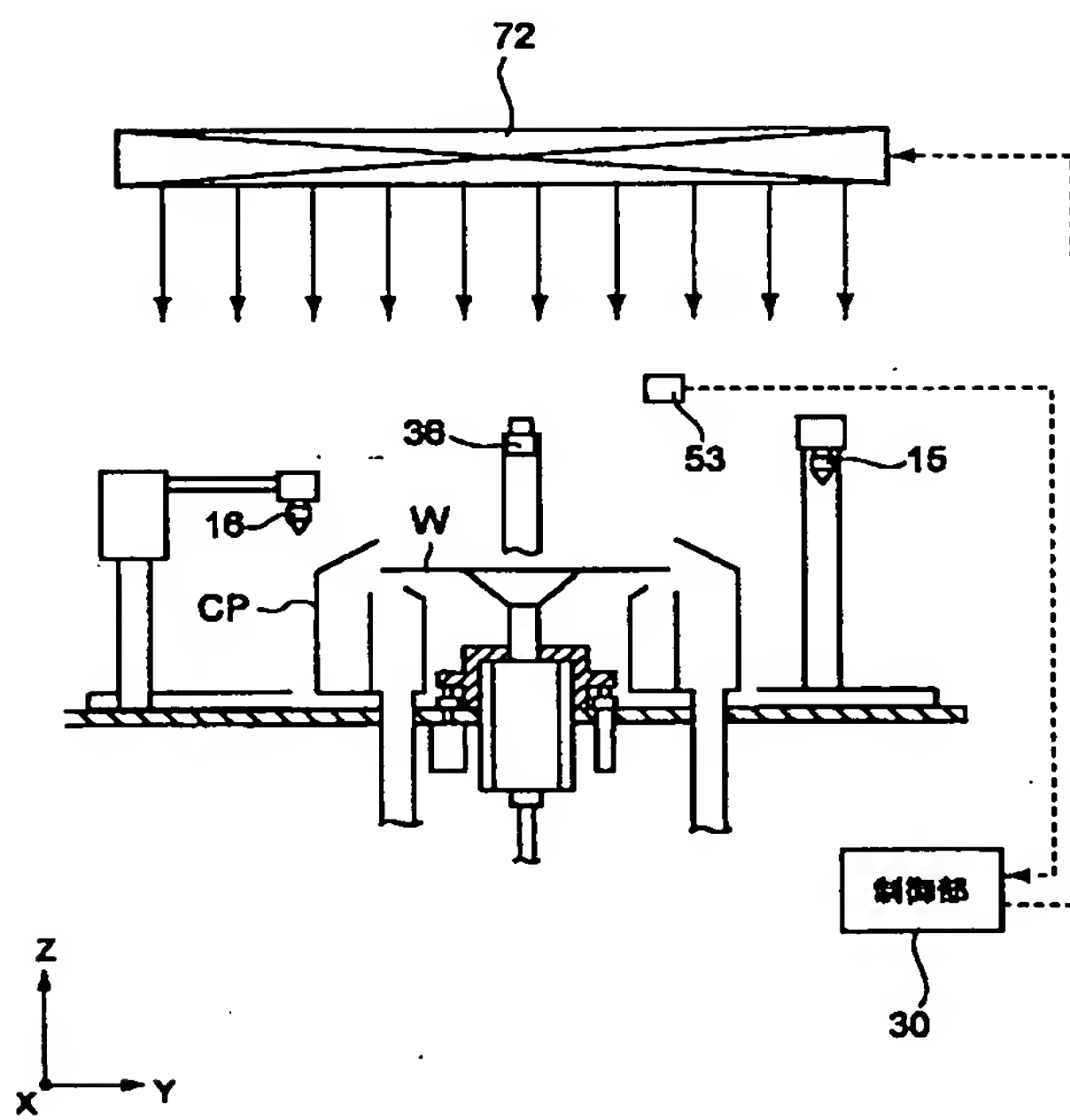
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H096 AA25 FA01 GA02 GA17 GA18
GA21 GA29 LA16
5F046 LA12 LA14